

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

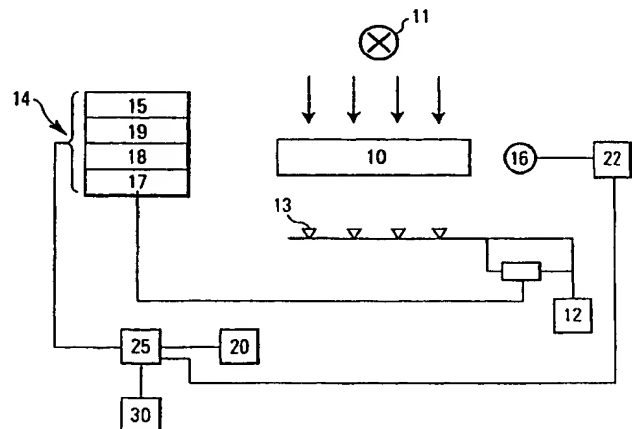
(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>G01N 21/91</b>		<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/43758</b>
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/00183		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 27. Juli 2000 (27.07.00)	
(22) Internationales Anmeldedatum: 21. Januar 2000 (21.01.00)		(81) Bestimmungsstaaten: CN, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(30) Prioritätsdaten: 199 02 525.8 ✓ 22. Januar 1999 (22.01.99) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): TIEDE GMBH & CO, RISSPRÜFANLAGEN [DE/DE]; Bahnhofstrasse 94-98, D-73457 Essingen (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ABEND, Klaus [DE/DE]; Jägerstrasse 9, D-73457 Essingen (DE).			
(74) Anwalt: NEIDL-STIPPLER, Cornelia; Rauchstrasse 2, D-81679 München (DE).			

(54) Title: AUTOMATIC ERROR DETECTION METHOD USED DURING CRACK INSPECTION ACCORDING TO THE DYE PENETRATION METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR AUTOMATISCHEN FEHLERERKENNUNG BEI DER RISSPRÜFUNG NACH DEM FARBEINDRINGVERFAHREN

(57) Abstract

The invention relates to an automatic fault detection method used during crack inspection according to the dye penetration method. According to the inventive method, workpieces are treated with penetrating agents containing dyes during which the dyes concentrate at locations with surface faults and, after a predetermined developing duration, are recorded by at least one image recording unit. In addition, the recorded images are assessed for faults in an image processing unit by scanning and identifying areas which have a concentration of dye, and corresponding signals are output. The method comprises the following steps: Recording images of the same workpiece (10) at at least two times t1, t2 after the workpiece has been treated with penetrating agents and optionally developing, upon receipt, at least two recorded images A1, A2; comparing the recorded images A1, A2 and using the evaluation logic of the signal processing unit (22) to evaluate the comparison; outputting signals via the evaluation logic which, in corresponding areas on the recorded images, depict the changes in the concentration of penetration agent over the time period  $\Delta t1$ , t2, said changes being greater than a change threshold value for a reference time difference; and evaluating the measured workpiece-related parameters in order to produce assessment values of the cracking, such as a good/bad statement, or to conduct a fault value assessment according to a predetermined value interval or in the predetermined superficial area.



### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Fehlererkennung bei der Rißprüfung nach dem Farbeindringverfahren, wobei Werkstücke mit farbstoffhaltigem Penetriermittel unter Anreicherung der Farbstoffe an Oberflächenfehlern behandelt und nach einer vorherbestimmten Entwicklungsdauer mittels mindestens einer Bildaufnahmeeinheit aufgenommen und in einer Bildverarbeitungseinheit die Aufnahme durch Abtasten und Erkennen von Bereichen mit Farbstoffanreicherung Fehler bewertet und dementsprechende Signale ausgegeben werden, mit: Aufnehmen desselben Werkstücks (10) zu mindestens zwei Zeiten  $t_1$ ,  $t_2$  nach der Behandlung mit Penetriermittel und ggf. Entwicklung unter Erhalt von mindestens zwei Aufnahmen A1, A2; Vergleichen der Aufnahmen A1, A2 und Auswertung des Vergleichs durch die Auswertlogik der Bildverarbeitungseinheit (22); Ausgeben von Signalen durch die Auswertlogik entsprechend Bereichen auf den Aufnahmen mit Veränderungen der Penetriermittelanreicherung über den Zeitraum  $\Delta t_1$ ,  $t_2$ , die oberhalb eines Veränderungsschwellenwertes für eine Referenzzeitdifferenz liegen; und Bewertung der gemessenen werkstückbezogenen Parameter zur Herstellung von Bewertungsgrößen der Rißbildung, wie Gut/Schlecht-Aussage, Fehlergrößenbeurteilung nach vorgegebenem Größintervall oder in vorgegebenem Oberflächenbereich.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Verfahren zur automatischen Fehlererkennung bei der Rißprüfung nach dem Farbeindringverfahren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Fehlererkennung bei der Rißprüfung nach dem Farbeindringverfahren, wobei Werkstücke für die Farbeindringprüfung mit farbstoffhaltigem Penetriermittel unter Anreicherung der Farbstoffe an Oberflächenfehlern behandelt und nach einer vorherbestimmten Entwicklungsdauer mittels mindestens einer Bildaufnahmeeinrichtung aufgenommen und in einer Bildverarbeitungseinheit die Aufnahmen durch Abtasten und Erkennen von Bereichen mit Farbstoffanreicherung Fehler bewertet und dementsprechende Signale ausgegeben werden.

Automatisierte optische Fehlererkennung bei der Farbeindringprüfung in Produktionsanlagen, die ständig zu überprüfende Werkstücke herstellen, wie bspw. Stranggußanlagen, Drahtendenprüfungen oder dergleichen ist bekannt. z.Zt. werden Bilder von Werkstücken mit Farbstoffen bereits optisch durch sogenannte optische Bilderkennung ausgewertet, wobei die durch das an sich bekannte Farbeindringverfahren sichtbar gemachten Fehler durch ein optisches Abtast- und Bilderkennungsverfahren erkannt und mit einer abgespeicherten Fehlerlogik verglichen werden.

Die Farbeindringprüfung ist auf erneutes Interesse gestoßen, da neuerdings häufig nicht-ferritische Leichtmetalle, wie Aluminium- oder Magnesiumlegierungen oder aber auch Titanlegierungen so für Aluminiumträger, Leichtmetallmotorblöcke etc. verwendet werden, außerdem findet auch Keramik in immer höherem Maße Einsatz, wie für Ventilbauteile, Beschichtungen von hochbeanspruchten Teilen. Es handelt sich dabei um Routineuntersuchungen - in-Prozeßkontrolle - auf Risse bei nicht magnetisierbaren Werkstücken, wie solchen aus Magnesium- oder Aluminiumlegierungen oder Keramik.

Es handelt sich also hier um Rißprüfverfahren, in denen in an sich bekannter Weise Werkstücke für die Farbeindringprüfung mit Farbstoffe aufweisendem Prüfmittel unter Anreicherung der Farbstoffe an Oberflächenfehlern behandelt und unter Beleuchtung durch eine Beleuchtungseinrichtung, wie UV-Lampen bei Fluoreszenzfarbstoffen, aber auch Lasern oder anderen Lampen bei entsprechend absorbierenden Farbstoffen, bewertet werden.

Die Werkstücke werden dabei üblicherweise für die Farbeindringprüfung vorbereitet, indem sie gereinigt, ggf. gebeizt und getrocknet werden, mit einem Farbstoffe, insbesondere auch Fluoreszenzfarbstoffe, aufweisenden Prüfmittel unter Anreicherung der Farbstoffe an Oberflächen-ehlern, insbesondere Rissen, besprüht, sodann vom überschüssigen farbstoffhaltigen Prüfmittel, bspw. durch Abstreifen oder Abwischen befreit, das so behandelte Werkstück ggf. mit einem Entwickler behandelt und sodann nach einer vorherbestimmten Entwicklungszeit unter UV- oder sichtbarem Licht aufgenommen und ausgewertet wird. Da die Zeit, in der die Risse nach der Entwicklung gut erkennbar sind, sehr kurz ist - häufig im Bereich von unter einer Minute liegt, sollt genau innerhalb eines bestimmten reproduzierbaren Zeitraums nach Entwicklung gemessen wird.

Bisher wurden diese Farbeindring-Untersuchungen meist von Bedienungspersonal durchgeführt und durch Augenschein ausgewertet. Die Anmelderin hat bereits derartige Verfahren zur Farbeindringprüfung vorgeschlagen, nebst zugehöriger Vorrichtung. Da eine häufige Fehlermöglichkeit die Ermüdung der Personen, die diese Prüfung übernehmen ist wurden bereits automatisierte Erkennungsanlagen über Bildverarbeitung vorgeschlagen, bspw. in der DE 19639020.6 oder der DE 19645377.1, auf die zur Vermeidung von Wiederholungen in vollem Umfang bezug genommen wird.

Aus der DE 39 07 732 ist bereits ein Verfahren zum Überwachen einer Vorrichtung zum Auswerten von Oberflächenrissen mittels des Farbeindringverfahrens bekannt geworden, bei dem die Lampenintensität und die Prüfmittelqualität überwacht werden und bei nicht zufriedenstellenden Resultaten die Anlage abgeschaltet wird und mittels Kameras die Prüflingsqualität geprüft wird. Die Überwachungssignale werden dort aber nur zum Abschalten der Anlage verwendet - eine Nachregelung des Prüfmittelgehalts oder aber der Lampenintensität ist dort nicht vorgesehen, geschweige denn eine Dokumentation der Daten über das Anlagenverhalten. Somit ist diese bekannte Anlage nur dazu imstande, ein Abschalten der Anlage durchzuführen.

Aus der 19645377.1 ist es bereits bekannt, die Sicherheit und Überprüfbarkeit der Anlage zu überprüfen und zu dokumentieren. Gemäß der 19645377.1 wird vorgeschlagen,

die Änderung der Einstellung von Bildaufnahmeeinrichtungen, wie des Focus oder aber der geometrischen Anordnung der Aufnahmeeinrichtung zum Prüfling, die leicht verändert werden, automatisch zu überprüfen; desgleichen weitere die Prüfung stark beeinflussende Parameter, wie die Güte des Reinigungsmittels, der Prüfflüssigkeit, des Beizmittels sowie der Temperatur.

Es wird bei dem bekannten Verfahren bereits sowohl das Prüfverfahren und seine Grenzen, Testfehler und seine Handhabung, Leistungsabgrenzung, Toleranzangaben usw., die heute erwünscht sind, überwacht und die Aufzeichnung bzw. Dokumentation der Ergebnisse sowie der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse - also auch der Überprüfung des Funktionserhalts der Überprüfungsanlage selbst gewährleistet. Dies liefert eine zusätzliche Sicherheit, wenn in, insbesondere automatischen, Prüfanlagen über eine längere Betriebszeit hinweg Gesichtspunkte zur Senkung der Kosten oder Erhöhung der Sicherheit, daß fehlerhaft einzustufende Werkstücke sicherer beurteilt werden könnten, anstehen.

Durch regelmäßigen Durchlauf von sogenannten Testkörpern mit vorgegebenen Testfehlern kann festgestellt werden, ob diese noch richtig erkannt wurden - durch dieses Verfahren konnte allerdings nur festgestellt werden, daß der Testkörper nicht erkannt wurde, nicht aber, warum nicht. Da keine Dokumentation erstellt wurde, war auch nicht nachvollziehbar, ab wann die Anlage nicht mehr zufriedenstellend arbeitete und warum.

Die Messungen werden dabei mit Penetriermittel durchgeführt, das aufgrund von Oberflächenspannungsphänomenen in Vertiefungen und andere Oberflächenveränderungen, wie Fehlern, Lunkern, Poren, Vertiefungen kriecht. Dabei kriecht - bei Veränderungen der Penetriermittel mit der Zeit, wie sie durch Konzentrationsveränderungen durch Verdampfung des Lösemittels des Penetriermittels, Vermischung mit Bestandteilen des Werkstücks (Restfettgehalt, Verschmutzung etc.) über die Zeit auftreten, wird daher bisher eine Messung innerhalb eines relativ kurzen Zeitraums nach der Behandlung des Werkstücks mit Penetriermittel/Entwickler durchgeführt - danach verändern sich die Fehleranzeigen - dies wird als „Ausblühen“ des Fehlers bezeichnet. Dies bedeutet, daß die scharfe Anreicherung des Penetriermittelfarbstoffs am/im Fehler nachläßt und der Farbstoff wieder aus dem Fehler herauswandert und so der Kontrast

ständig schlechter wird. Die Fehlerauswertung nach dem Farbpulververfahren unterliegt somit dynamischen Veränderungen, die das Meßergebnis stark beeinflussen. Diese Veränderungen der Fehleranzeige mit der Zeit konnten selbst durch die hohe Selbstüberprüfungseigenschaften der bekannten Anlagen noch nicht berücksichtigt werden. Durch die Dynamik der Fehleranzeige traten häufig Fehler auf, da der Zeitraum zwischen dem Aufbringen von Penetriermittel/Entwickler und Aufnahme des Prüflings durch eine Bildverarbeitungseinheit nicht exakt eingehalten wurde. Nach dem Stand der Technik traten aufgrund des dynamischen Verhaltens der Fehleranzeigen häufig Fehlbewertungen auf, da einige Fehler überbewertet und andere wegen schnellen „Ausblühens“ nicht erkannt wurden.

Dementsprechend war die Sicherheit und die Effektivität von Rißprüfanlagen nach dem Farbeindringverfahren bereits verbessert worden - es verblieb aber immer noch das Problem, daß je nach Werkstück sich die Penetrierflüssigkeit sehr unterschiedlich anreichert. Dabei ist sowohl die Oberflächenbeschaffenheit der Werkstücke und die darauf ausgebildete Oberflächenspannung der Penetrierflüssigkeit von Material zu Material unterschiedlich - ein Ausblühen der Fehleranzeige erfolgt je nach Art des Fehlers - also abhängig von der Fehlertiefe, Porigkeit des Materials oder aber Glätte der Oberfläche unterschiedlich schnell.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur verbesserten Erkennung von Fehlern mit der Penetriermittelprüfung zu schaffen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein gattungsgemäßes Verfahren mit den Schritten:

- Aufnehmen von Aufnahmen (A1, A2) desselben Werkstücks zu mindestens zwei Zeiten ( $t_1$ ,  $t_2$ ) nach der Behandlung mit Penetriermittel,
- Vergleichen der zu diesen verschiedenen Zeiten ( $t_1$ ,  $t_2$ ) hergestellten Aufnahmen (A1, A2) und Auswertung des Vergleichs durch die Auswertlogik der optischen Bildverarbeitungseinheit, und

- Ausgeben von Signalen durch die Auswertlogik, die in entsprechenden Bereichen auf den Aufnahmen (A1,A2) die Veränderungen der Penetriermittelanreicherung über den Zeitraum ( $\Delta t_1, t_2$ ) darstellen, die oberhalb eines Veränderungsschwellenwertes für eine Referenzzeitdifferenz liegen; und
- Bewertung der ausgegebenen Signale unter Berücksichtigung werkstückbezogener Parameter und prüfanlagenbezogener Betriebsgrößen zur Herstellung von Bewertungsgrößen der Rißbildung, wie Gut/Schlecht-Aussage, Fehlergrößenbeurteilung nach vorgegebenem Größenintervall oder in vorgegebenem Oberflächenbereich gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Dadurch, daß nun das dynamische Verhalten der an Oberflächendiskontinuitäten angereicherten Farbstoffe zuverlässig erfaßt und ausgewertet ist, ist eine völlig neue Bewertung der Oberflächenfehler möglich. Das Erfassen des zeitlichen Verhaltens der Fehleranzeige durch bildverarbeitende Verfahren durch Aufnahmen in zeitlichen Abständen und Berechnen der Unterschiede der Kontraste ermöglicht durch automatische Auswertung der Unterschiede der zu verschiedenen Zeiten aufgenommenen Aufnahmen seitens der Datenverarbeitung Fehler zu klassifizieren, zu bewerten und entsprechend eine Anzeige mit Fehlern bestimmter Art auszugeben.

Gegenüber der bisher meist durchgeführten Bewertung durch Menschen besitzt das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, daß die menschlichen Fehler, die bei längerem Betrachten von stets ähnlichen Bildern unvermeidbar auftreten, vermieden werden können, da Kameras keine Ermüdungserscheinungen haben können.

Überraschenderweise ist es daher nun erfindungsgemäß möglich, Fehler über das dynamische Verhalten der Fehleranzeige mit der Zeit zu klassifizieren. Dadurch, daß in eine derartige Anlage Anfangswerte werden und abgespeichert sind, können die Anlagen auf die verschiedensten Prüflinge und Prüflüssigkeiten eingestellt werden. Durch die Auswertung der Fehleranzeigen über Aufnahmeeinrichtungen ist es nun auch möglich, ein dokumentiertes Prüfprotokoll von den überwachten Betriebsgröße zu erstellen.

Es ist günstig, wenn die optische Bildverarbeitung durch Setzen von Fenstern und Abtasten des Fensters durch die Bildaufzeichnungseinheit, das Auswählen und Auswerten und die Rißfehleranzeige automatisch mit dem Prüfablauf (Zeittakt) verknüpft und Verarbeitung der daraus erhaltenen Daten in einem Rechner erfolgt.

Dabei kann vorgesehen sein, daß eine Aufnahmeeinrichtung Aufnahmen in zeitlich fest vorherbestimmtem Abstand herstellt. Durch Vorsehen einer einzigen Aufnahmeeinheit, die mindestens zwei Aufnahmen in einem zeitlich festen Abstand herstellt, kann die Baugröße der Rißprüfanlage sowie deren Kosten gering gehalten werden und außerdem Probleme, die durch Verwendung mehrerer Aufnahmeeinheiten, die nicht vollständig gleich arbeiten, umgangen werden.

Es ist aber auch möglich, das zu prüfende Werkstück an mindestens zwei mit Abstand voneinander angeordneten Aufnahmeeinrichtungen  $K_1, K_2 \dots K_n$  in gleicher räumlicher Orientierung durch eine Fördereinrichtung vorzuführen, so daß von den verschiedenen Aufnahmeeinrichtungen  $K_1, K_2 \dots K_n$  Aufnahmen  $A_1, A_2 \dots A_n$  des Werkstücks in gleichbleibender räumlicher Orientierung, aber zu verschiedenen Zeiten nach der Behandlung mit Penetriermittel hergestellt werden, die Aufnahmen  $A_1, A_2 \dots A_n$  der verschiedenen Aufnahmeeinrichtungen miteinander durch eine Auswertlogik zu vergleichen und aus den Unterschieden der Aufnahmen in Abhängigkeit von den zwischen den Aufnahmen verstrichenen Zeitintervallen Signale zu bilden, die dann signifikant für die Art der Fehler bzw. deren dynamisches Verhalten sind. Die Verwendung eines Förderers und mehrerer Aufnahmeeinrichtungen hat den Vorteil, eine sehr schnelle Prüfung vieler Teile zu ermöglichen.

Es ist sinnvoll, im Speicher der Auswertlogik Solldaten  $\Delta A_1, A_2$  sowie Daten über die Zeitdifferenz  $\Delta t_n, t_{n+1}$  zwischen den jeweiligen zwischen den Aufnahmen verstrichenen Zeiträumen abzuspeichern und die Auswertlogik vergleichen zu lassen, ob die gemessenen Differenzwerte innerhalb der vorgegebenen Sollwerte liegen. Dadurch ist es möglich, nur Fehler, die innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls angezeigt werden, auszuwählen.



Falls kein festes Zeitintervall zwischen zwei Messungen eingestellt wird, kann dies durch Messen der Zeitdifferenz  $t_n, t_{n+1}$  zwischen zwei Aufnahmen  $A_n, A_{n+1}$  der Aufnahmeeinrichtung und Zuordnung dieses Zeitraums  $\Delta t_n, t_n - t_{n-1}$  zu der ermittelten Kontrastveränderung in dieser Zeit ersetzt werden. Dies wird bspw. notwendig, falls Teile nicht zu vorbestimmten Zeiten an den Aufnahmeeinrichtungen vorbeigeführt werden können.

Es ist in jedem Fall empfehlenswert, durch Überwachungseinheiten Anlagenbestandteile in vorherbestimmten Zeiträumen zu überwachen und Überwachungssignale abgegeben zu lassen, die von der Meßwertverarbeitungseinheit überprüft und dementsprechend Signale abgegeben werden. Dabei kann die geometrische Anordnung, Focus und auch Funktion der mindestens einen Aufnahmeeinrichtung; und/oder die Funktionsfähigkeit der im Verfahren eingesetzten Flüssigkeiten: der Prüfflüssigkeit und/oder der Entwicklerflüssigkeit und/oder der Beizmittelflüssigkeit und/oder des Reinigungsmittels und/oder Bäderdaten, wie die Badtemperatur/en; Füllstände; Verschmutzung durch Überwachungseinrichtungen überprüft werden. Diese Überwachungssignale können zur Steuerung der Anlage, bspw. von Nachregeleinheiten, eingesetzt werden.

Im Sinne des Nachweises der Funktionsfähigkeit der Anlagen und der Genauigkeit der Qualitätskontrolle durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es meist notwendig und unabdingbar, daß die Überwachungssignale/und oder die Signale der Meßwertverarbeitungseinheit auf einem Medium aufzuzeichnen. Dafür ist es auch meist notwendig, unmittelbar werkstückbezogene Parameter, wie Teile-Identifizierungs-Nummern, Stückzahl zu messen und ggf. aufzuzeichnen.

Über die Überwachungssignale kann die Beleuchtungsintensität und/oder der Sensorempfindlichkeit der Beleuchtungsüberwachungssensoren und/oder die Prüfmittelkonzentration und -menge und/oder die Reinigungsmittelkonzentration und -menge und/oder das Reinigungsmittel und/oder die Beizmittelkonzentration und -menge und/oder Einstellungen der Bildaufnahmeeinheit/en, wie der geometrischen Anordnung des Focus oder der Empfindlichkeit nachgeregelt werden.

Als „Integraltest“ der Anlage können automatisch Prüfstücke mit Referenzfehler durchgeschleust und durch deren Messung die Funktionsfähigkeit der gesamten Anlage überprüft werden.

Selbstverständlich kann in üblicher Weise beim erfindungsgemäßen Verfahren auch die bereits n; Überprüfung der Bestrahlungseinrichtungen und der Strahlungsmeßeinrichtungen auf Funktionsfähigkeit kann nun die Funktion der Prüfanlage überwacht und auf gleichem Niveau gehalten werden. Dadurch, daß nun auch die Funktion der Überprüfungsanlage und deren Einzelbestandteile automatisch in vorgegebenen Intervallen erfolgen kann, sind folgende Vorteile gewahrt:

Es ist nun erstmals möglich, eine Unterscheidung der Fehler auf einem Prüfling automatisch durchzuführen und damit die Genauigkeit und Aussagekraft des Verfahrens erheblich zu verbessern, wobei auch eine Kontrolle des Verhaltens der Anlage über die gesamte Betriebszeit eingeschlossen einer Dokumentation derselben erfolgen kann.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert, wobei die Erfindung aber keineswegs auf diese Ausführungsform begrenzt ist, sondern dem Fachmann beliebige weitere Ausführungsformen geläufig sind. In dieser zeigt:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Farbeindringprüfverfahrens

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Rißprüfanlage nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Rißprüfanlage nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung mit mehreren Aufnahmeeinrichtungen.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, wird beim Rißprüfverfahren nach der Farbeindringmethode ein - meist nicht ferritisches - Prüfteil vorgereinigt, ggf. gebeizt und getrocknet und sodann mit dem Prüfmittel - auch als Farbeindringmittel bezeichnet - behandelt. Das überschüssige Farbeindringmittel wird nach einem bestimmten Zeitraum abgenommen,

das Werkstück zwischengereinigt und sodann mit einer Entwicklerlösung behandelt. Nach der Entwicklungszeit wird das Werkstück ggf. getrocknet und zu verschiedenen Zeiten inspiziert und dann aufgrund der unterschiedlichen Aufnahmen zu verschiedenen Zeiten Aussage über die Fehlerhaftigkeit des Werkstückes getroffen, die ggf. auch dokumentiert wird.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, wird ein entwickeltes Werkstück 10 als Prüfling in eine Prüfstation geführt, in der durch Sprühdüsen das Aufbringen des Farbeindringmittels aus einem Farbeindringmitteltank 12 schematisch dargestellt wird - tatsächlich durchläuft der Prüfling mehrere Stationen, in denen er mit Reinigungs- und Beizlösungen sowie Entwicklerlösungen und Farblösungen behandelt wird, die hier nicht dargestellt sind. In der Leitung zu den Sprühköpfen ist eine Prüfmittel-überprüfungs- und Nachdosieranlage 17 in line vorgesehen, bevorzugt eine solche nach der DE-A-4438510.2.

Dort wird das Prüfmittel auf Funktionsfähigkeit überprüft und es kann ggf. Farbstoff od. dgl. in den Tank 12 nachdosiert werden, falls dies notwendig ist. Der Prüfling wird bei dieser Ausführungsform, die mit fluoreszenzfähigem Farbstoff arbeitet, mittels einer UV-Lampe 11 bestrahlt, die wiederum in an sich bekannter Weise überwacht und deren Strom entsprechend nachgeregelt werden kann.

Aus einem Vorratsbehälter 12 (bei einfacheren Ausführungsformen mittels eines Sprays), der an eine Umwälzpumpe angeschlossen ist, wird über eine Zuführleitung mittels Sprühköpfen 13 einer Sprühanlage Prüfflüssigkeit 13a, die der Markierung der Oberflächenfehler dient, zugeführt und über die Oberfläche des Werkstückes 10 zerstäubt. Die Prüfflüssigkeit verteilt sich nun auf dem Werkstück, wobei sich die Farbstoff-Partikel - wie als physikalisches Phänomen allgemein bekannt - durch die Oberflächenspannung an Rissen konzentrieren. An diesen Stellen findet sich dann eine erhöhte Partikelkonzentration. Die überflüssige Prüfflüssigkeit wird, bspw. durch Abwischen, entfernt. Anschließend wird der Prüfling mit einer Entwicklerflüssigkeit bearbeitet. Nach Verstreichen einer - experimentell für jede Prüfanordnung und Prüflinge zu bestimmenden Entwicklungszeit wird dann durch eine Lampe 11 - die Oberfläche des Werkstücks 10 bestrahlt, dadurch die Prüfflüssigkeitspartikel zum Fluoreszieren oder aber zur Absorption gebracht und die im Bereich der Oberflächenrisse sich

anreichernden Farbstoffpartikelchen durch eine Kamera 16 aufgenommen und diese Aufnahme in der Bildverarbeitungsanlage 22 abgespeichert. Nach einem Zeitintervall von etwa 20 - 150 Sekunden erfolgt eine zweite Aufnahme, die ebenfalls in der Bildverarbeitungsanlage 22 abgespeichert wird. Diese beiden Aufnahmen werden nun durch eine Auswertlogik der Bildverarbeitungseinheit miteinander verglichen und dem Vergleichswert das Zeitintervall zugeordnet. Ggf. können auch noch weitere Aufnahmen zu anderen Zeitpunkten aufgenommen und verarbeitet werden. Die berechneten Vergleichswerte werden dann in der Auswertlogik mit einer abgespeicherten Sollwerttabelle verglichen und derart festgestellt, ob die Bildänderungswerte innerhalb eines vorbestimmten Bereichs oder über einem vorbestimmten Schwellenwert liegen. Dementsprechend kann dann eine Fehleranzeige durch die Auswertlogik ausgegeben werden, die zur Klassifikation oder aber auch zum Verwerfen des gemessenen Teils führen kann. Bevorzugt gehört zur Funktionssicherheit der Anlage eine Selbstüberprüfungseinrichtung zur Kontrolle bzw. Selbstkontrolle zugehöriger Arbeitsparameter d. h. die Einhaltung der jeweiligen Betriebsgrößen innerhalb des vorgeschriebenen Werteintervalles. Eine solche Selbstüberprüfungsanlage kann, wenn die Überprüfungswerte sich außerhalb eines erwünschten Meßwertbereiches befinden, innerhalb bestimmter Grenzen nachregeln - dadurch kann unnötige Materialverschwendung, wie sie durch vorzeitigen Ersatz des Markierungsmittels oder auch durch vorzeitigen routinemäßigen Austausch der Beleuchtung, wie einer UV-Lampe od. dgl. auftritt, vermieden werden. Dadurch erhöht sich die Standzeit der Prüfanlage beträchtlich, sie kann länger unterbrechungsfrei laufen und die damit zusammenhängenden Betriebskosten, als auch die für Material und Energie werden darausfolgend ebenfalls abgesenkt. Die Selbstüberprüfungseinrichtung 14 ist bevorzugt an eine Dokumentationseinrichtung 30 angeschlossen, in der sie Prüfprotokolle erstellt, anhand derer die Funktionsfähigkeit der Anlage nachgewiesen werden kann.

In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform einer Anlage zur Durchführung eines erfindungsgemäßen 'Verfahrens schematisch dargestellt. Dabei können Meßeinheitengruppen 16, 16' 16'' ihre Aufnahmen abgeben, die dem jeweiligen Eingang einer Bildverarbeitungseinheit 22 eingespeist werden. Dabei werden von jedem Werkstück 10 mindestens zwei Aufnahmen zu verschiedenen Zeiten erstellt und die Unterschiede der beiden Aufnahmen - bspw. durch Differenzbildung - ermittelt, Diese Unterschiede kön-

nen bspw. in ein Anzeigesichtgerät 20 aber auch in eine nachgeschaltete Sortiereinrichtung eingespeist werden, die automatisch als schlecht klassifizierte Teile aussondert.

Die Erfassung des auf Helligkeitswerte zurückgehenden Datenflusses kann statt von einer Kamera vorteilhaft auch durch eine Diodenzelle oder andere geeignete Mittel, wie sie dem Fachmann geläufig sind, geschehen. Selbstverständlich kann die Dokumentation über Datenfernübertragung auch von der Vorrichtung entfernt erstellt und abgespeichert werden.

Dadurch, daß nun erstmals das kinetische Verhalten von Prüfmittel an Oberflächen von Werkstücken ausgewertet wird, ist es nun überraschenderweise möglich, Fehler zu klassifizieren und so genauere Unterscheidungen zwischen Ausschuß und brauchbaren Teilen sowie ggf. eine Qualitätsstrukturierung der Teile bspw. in A- und B- Qualität - vorzusehen.

Obwohl die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels erläutert wurde, sind dem Fachmann Abwandlungen, die unter den Schutzzumfang der Ansprüche fallen, geläufig. Die Erfindung ist daher keineswegs auf die beschriebene Ausführungsform begrenzt.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Fehlererkennung bei der Rißprüfung nach dem Farbeindringverfahren, wobei Werkstücke für die Farbeindringprüfung mit farbstoffhaltigem Penetriermittel unter Anreicherung der Farbstoffe an Oberflächenfehlern behandelt und nach einer vorherbestimmten Entwicklungsdauer mittels mindestens einer Bildaufnahmeeinrichtung aufgenommen und in einer Bildverarbeitungseinheit die Aufnahmen durch Abtasten und Erkennen von Bereichen mit Farbstoffanreicherung Fehler bewertet und dementsprechende Signale ausgegeben werden, gekennzeichnet durch

- Aufnehmen von Aufnahmen (A1, A2) desselben Werkstücks zu mindestens zwei Zeiten ( $t_1$ ,  $t_2$ ) nach der Behandlung mit Penetriermittel,
- Vergleichen der zu diesen verschiedenen Zeiten ( $t_1$ ,  $t_2$ ) hergestellten Aufnahmen (A1, A2) und Auswertung des Vergleichs durch die Auswertlogik der optischen Bildverarbeitungseinheit, und
- Ausgeben von Signalen durch die Auswertlogik, die in entsprechenden Bereichen auf den Aufnahmen (A1, A2) die Veränderungen der Penetriermittelanreicherung über den Zeitraum ( $\Delta t_1$ ,  $t_2$ ) darstellen, die oberhalb eines Veränderungsschwellenwertes für eine Referenzzeitdifferenz liegen; und
- Bewertung der ausgegebenen Signale unter Berücksichtigung werkstückbezogener Parameter und prüfanlagenbezogener Betriebsgrößen zur Herstellung von Bewertungsgrößen der Rißbildung, wie Gut/Schlecht-Aussage, Fehlergrößenbeurteilung nach vorgegebenem Größenintervall oder in vorgegebenem Oberflächenbereich.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Bildverarbeitung durch Setzen von Fenstern und Abtasten der Fenster durch die Bildaufnahmeeinrichtung realisiert wird, wobei das Auswählen und Auswerten und die Rißfehleranzeige automatisch mit dem Zeittakt des Prüfablaufs verknüpft wird und die Verarbeitung der daraus erhaltenen Daten in einem Rechner erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildaufnahmeeinrichtung Aufnahmen in zeitlich fest vorherbestimmtem Abstand herstellt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß

- das Werkstück an mindestens zwei mit Abstand voneinander angeordneten Bildaufnahmeeinrichtungen ( $K_1, K_2 \dots K_n$ ) in gleicher räumlicher Orientierung durch eine Fördereinrichtung vorbeigeführt wird, so daß von den verschiedenen Bildaufnahmeeinrichtungen ( $K_1, K_2 \dots K_n$ ) Aufnahmen ( $A_1, A_2 \dots A_n$ ) des Werkstücks in gleichbleibender räumlicher Orientierung, aber zu verschiedenen Zeiten nach der Behandlung mit Penetriermittel hergestellt werden, und

- die Aufnahmen ( $A_1, A_2 \dots A_n$ ) der verschiedenen Bildaufnahmeeinrichtungen ( $K_1, K_2 \dots K_n$ ) miteinander durch eine Auswertlogik verglichen und aus den Unterschieden der Aufnahmen ( $A_1, A_2 \dots A_n$ ) in Abhängigkeit von den zwischen den Aufnahmen verstrichenen Zeitintervallen Signale gebildet werden.

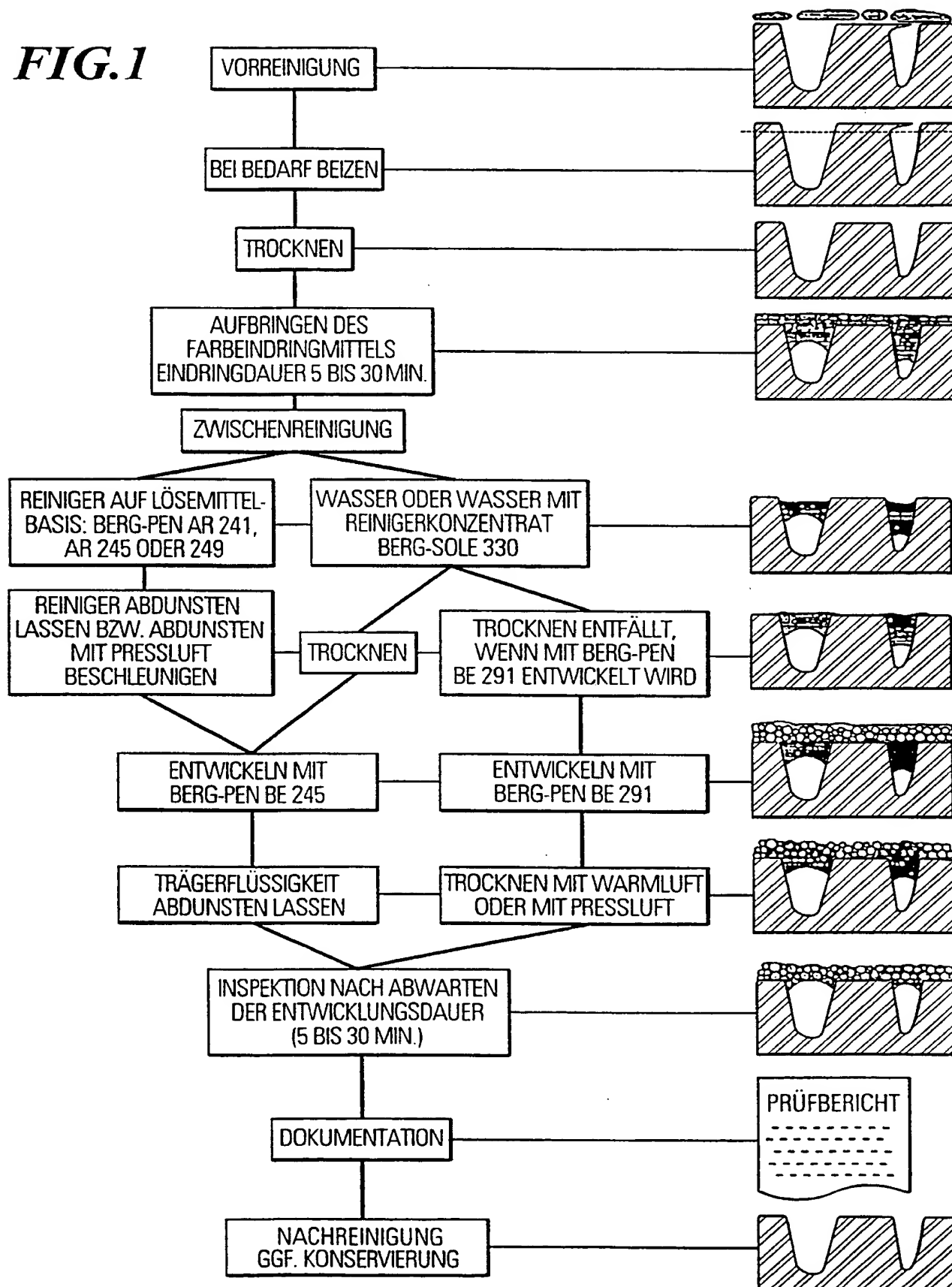
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Speicher der Auswertlogik Solldaten für die Bildänderungen ( $\Delta A_1, A_2$ ) sowie Daten über die Zeitdifferenz ( $\Delta t_n, t_{n+1}$ ) zwischen den jeweiligen zwischen den Aufnahmen ( $A_1, A_2 \dots A_n$ ) verstrichenen Zeiträumen abgespeichert werden, und die Auswertlogik vergleicht, ob die gemessenen Differenzwerte innerhalb der vorgegebenen Schwellenwerte liegen und dementsprechend Signale abgegeben werden, die nur die Fehler innerhalb eines vorherbestimmten Zeitintervalls darstellen.

6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem nicht festgelegten Zeittakt des Prüfablaufs das Zeitintervall durch Messen der Zeitdifferenz ( $\Delta t_n, t_{n+1}$ ) zwischen zwei Aufnahmen ( $A_n, A_{n+1}$ ) der Bildaufnahmeeinrichtung und Zuordnung dieses Zeitraums ( $\Delta t_n, t_{n+1}$ ) zu der ermittelten Kontrastveränderung in dieser Zeit definiert wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch Überwachungseinheiten Anlagenbestandteile und -parameter in vorherbestimmten Zeiträumen überwacht und Überwachungssignale abgegeben werden, die von der Meßwertverarbeitungseinheit überprüft und dementsprechend Signale abgegeben werden,

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zu überwachen- den Anlagenbestandteile und -parameter die geometrische Anordnung, der Focus und auch die Funktion der mindestens einen Bildaufnahmeeinrichtung; die Funktion der Beleuchtungseinrichtung und/oder die Funktionsfähigkeit der im Verfahren ein- gesetzten Flüssigkeiten sind.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Prüfflüssigkeit, Ent- wicklerflüssigkeit und Beizmittelflüssigkeit im Verfahren umgesetzt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Bäderdaten die jeweilige Badtemperatur, der Füllstand und die Verschmutzung überwacht werden.
11. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungs- signale zur Steuerung der Anlage und/oder ihrer Nachregeleinheiten, eingesetzt werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungssignale/und oder die Signale der Meßwertverarbeitungseinheit auf einem Medium aufgezeichnet werden.
13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß unmittelbar werkstückbezogene Parameter gemessen und ggf. aufgezeichnet werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß über die Überwachungssignale die Beleuchtungsintensität und/oder der Senso- rempfindlichkeit der Beleuchtungsüberwachungssensoren und/oder die Prüfmittel- konzentration und -menge und/oder die Reinigungsmittelkonzentration und -menge und/oder das Reinigungsmittel und/oder die Beizmittelkonzentration und -menge und/oder Einstellungen der Bildaufnahmeeinrichtung/en, wie der geometrischen Anordnung des Focus oder der Empfindlichkeit nachgeregelt wird.
15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß automatisch Prüfstücke mit Referenzfehler durchgeschleust werden und durch deren Messung die Funktionsfähigkeit der gesamten Anlage überprüft wird



**FIG.1**

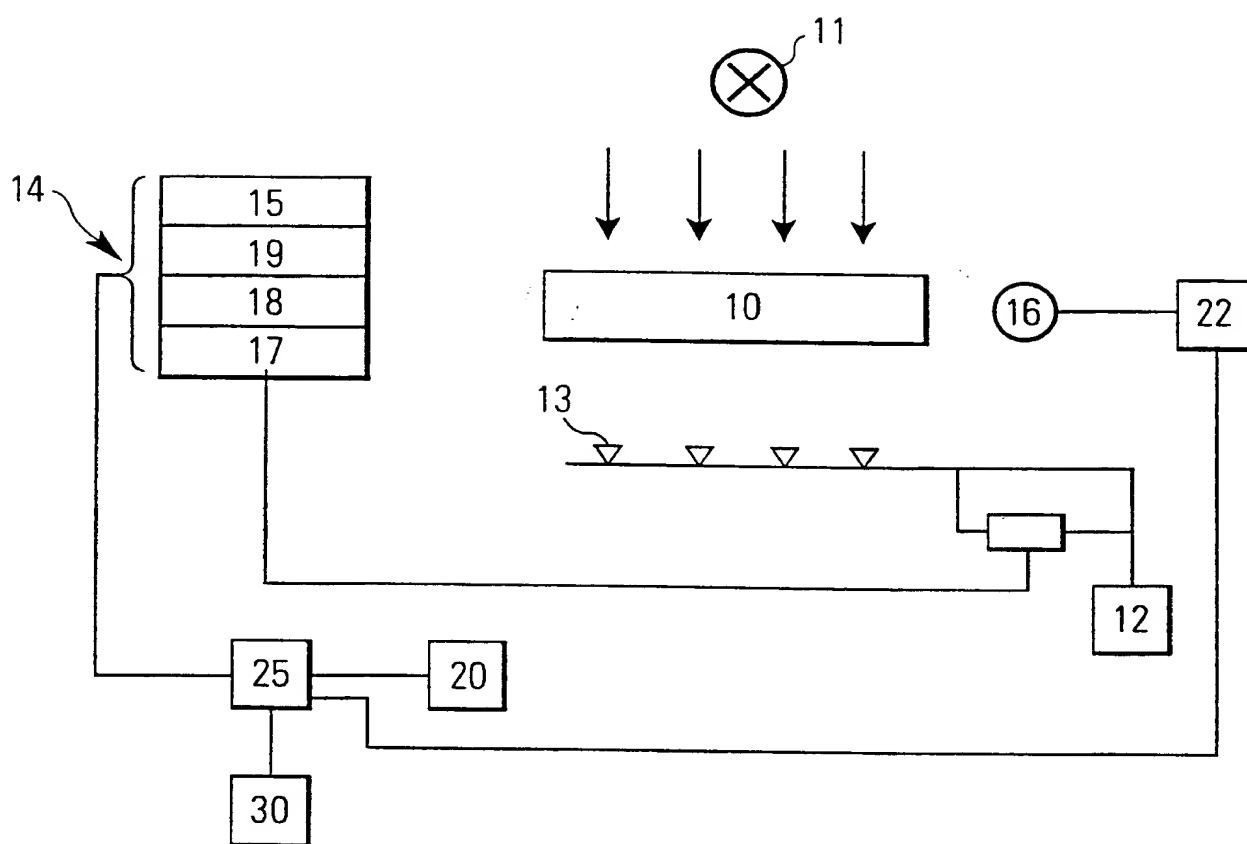


v

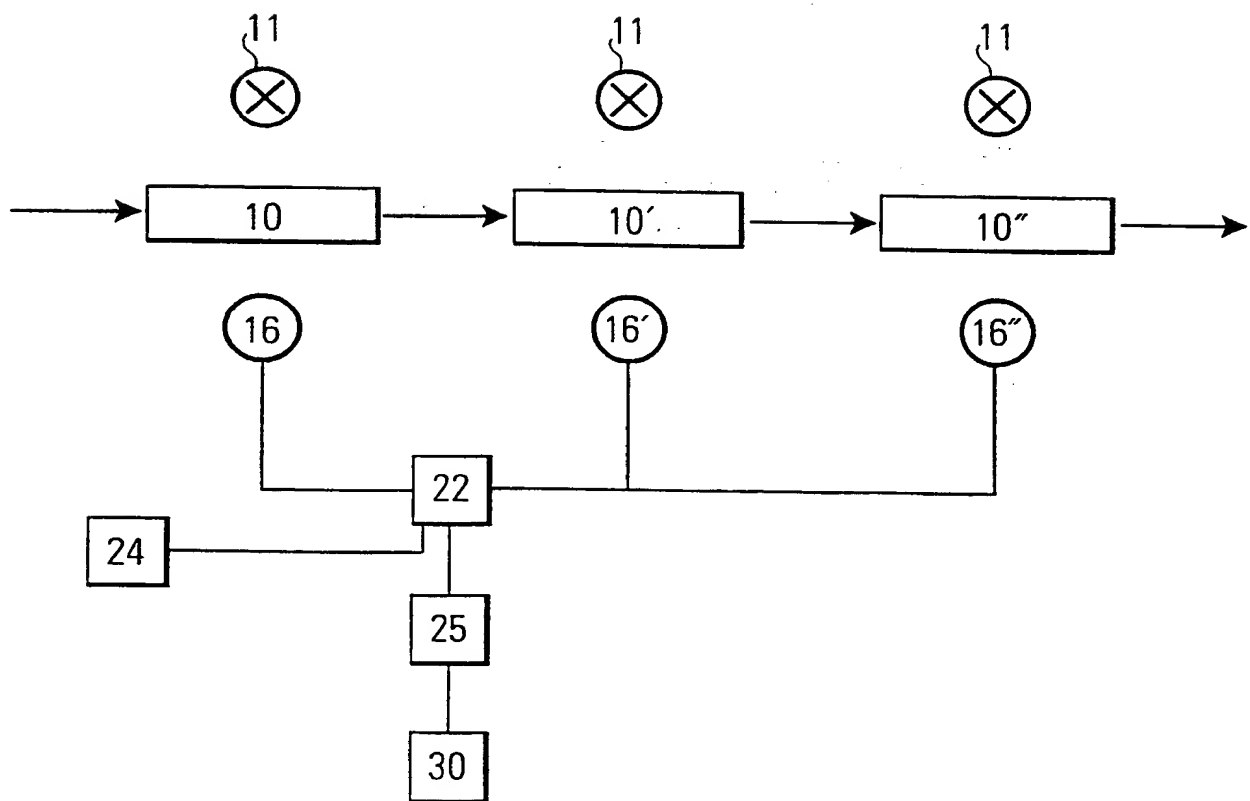
.

.

,

**FIG. 2**

***This Page Blank (uspto)***

*FIG.3*

**This Page Blank (uspto)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/00183

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01N21/91

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 39 020 A (TIEDE GMBH & CO RISSPRUEFANLAG) 2 April 1998 (1998-04-02) cited in the application claims; figures ---	1,7,8, 11-15
A	US 3 762 216 A (MENDOZA E) 2 October 1973 (1973-10-02) column 2, line 31 -column 4, line 4 ---	1
A	DE 34 40 473 A (DEUTSCH PRUEF MESSGERAETE) 7 May 1986 (1986-05-07) page 9, last paragraph -page 11, paragraph 1 -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 June 2000

Date of mailing of the international search report

27/06/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Krametz, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/00183

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19639020 A	02-04-1998	EP 0831321 A	25-03-1998
US 3762216 A	02-10-1973	NONE	
DE 3440473 A	07-05-1986	NONE	



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/00183

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01N21/91

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 39 020 A (TIEDE GMBH & CO RISSPRUEFANLAG) 2. April 1998 (1998-04-02) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche; Abbildungen ---	1,7,8, 11-15
A	US 3 762 216 A (MENDOZA E) 2. Oktober 1973 (1973-10-02) Spalte 2, Zeile 31 -Spalte 4, Zeile 4 ---	1
A	DE 34 40 473 A (DEUTSCH PRUEF MESSGERAETE) 7. Mai 1986 (1986-05-07) Seite 9, letzter Absatz -Seite 11, Absatz 1 -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Juni 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/06/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Krametz, E

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/00183

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19639020 A	02-04-1998	EP 0831321 A	25-03-1998
US 3762216 A	02-10-1973	KEINE	
DE 3440473 A	07-05-1986	KEINE	